

## Beiträge zur Mikrochemie der Pflanzenzellen.

Von Dr. Eduard Tangl,

Docent an der Universität Lemberg.

In den vorliegenden Zeilen beabsichtige ich, die bisherigen Resultate meiner Beobachtungen über das mikrochemische Verhalten des Inhaltes der sogenannten Schlauchzellen <sup>1</sup> der Blatt-epidermis von *Sedum Telephium* zusammenzustellen, um so die Aufmerksamkeit der Forscher auf das Vorkommen gewisser Inhaltsstoffe in Pflanzenzellen zu lenken, die — wenn auch ihre wahre chemische Natur mit den angewandten Mitteln nicht erschlossen werden konnte — durch eine Reihe höchst eigen-  
thümlicher Reactionen von den bisher aufgefundenen sich unterscheiden.

Einleitend will ich nur hervorheben, dass der Inhalt der Schlauchzellen sich als eine Lösung sehr heterogener Stoffe erwiesen hat, unter denen als charakteristische Bestandtheile Stoffe sich vorfinden, die unter der Einwirkung von Säuren und Alkalien zur Bildung der von Traube beobachteten, und in neuester Zeit so vielfach besprochenen Niederschlags-Membranen sich eignen, und so unter gewissen Bedingungen das Material zum Aufbaue von Zellen liefern, deren Wachsthum, der Kleinheit des Objectes wegen, direct unter dem Mikroskope beobachtet werden kann. Ausgedehntere Untersuchungen, unternommen in der Absicht, das Vorkommen derartiger membraubildender Stoffe auch bei Pflanzen eines anderen Formenkreises nachzuweisen, waren insoferne von dem gewünschten Erfolge begleitet, als es mir während des Schreibens dieser Notiz, im Sarcocarp der Hülse von *Ceratonia Siliqua* Zellen aufzufinden gelang, deren eigen-

---

<sup>1</sup> Man vergleiche darüber die Angaben von Engler in Bot. Zeitung. 1871. S. 886.

thümlicher Inhalt mit dem der sogenannten Schlauchzellen von *Sedum Telephium* durch ein im hohen Grade analoges Verhalten ausgezeichnet ist.<sup>1</sup> Auf Grund dessen bin ich der sicheren Hoffnung, dass weitere Untersuchungen die Zahl der betreffenden Fälle vermehren, und eine weite Verbreitung dieser unter gewissen Bedingungen membranbildenden Stoffe ausser Zweifel stellen lassen werden.

Leider konnte ich mir während der Untersuchung der Schlauchzellen von *Sedum Telephium* kein Urtheil über die Qualität der betreffenden Stoffe bilden, da die Anwendung der gebräuchlichsten mikrochemischen Reagentien hier von so unerwarteten Erfolgen begleitet ist, dass es unmöglich ist, auf Grundlage der erhaltenen Reactionen den Resultaten einer auf exacter chemischer Methode basirten Untersuchung vorzugreifen.

Soviel ergab sich wenigstens mit Sicherheit, dass wir es hier mit Verbindungen zu thun haben, die bisher von Mikrochemikern in Pflanzenzellen nicht beobachtet, und die, insoweit ich aus der mir bekannten chemischen Literatur schliessen darf, auch von Chemikern weder aus den Pflanzengeweben isolirt, noch aus anderen Verbindungen dargestellt wurden.

Der letztere Umstand bewirkt nothwendig das fragmentarische der vorliegenden Notiz, die thatsächlich der Vervollständigung durch die Resultate einer exacten chemischen Untersuchung bedarf, und dies in einem so hohen Grade, dass nur die Hoffnung, dass von diesen Zeilen vielleicht die erste Anregung zum genaueren Studium bisher unbekannter Verbindungen ausgehen könnte, mich bestimmen konnte, diese Mittheilung mit allen ihr anhaftenden Mängeln der Öffentlichkeit zu übergeben.

---

<sup>1</sup> Da die vorliegende Notiz den Ausgangspunkt weiterer Mittheilungen bilden wird, so behalte ich mir die näheren Angaben über den Inhalt der Zellen des Sarcocarpes von *Ceratonia Siliqua* im ganzen Umfange vor

## I. Mikrochemie des Inhaltes der Schlauchzellen der Epidermis der Blätter von *Sedum Telephium*.

Die Unter- und Oberseite der Blätter von *Sedum Telephium* sind bei makroskopischer Betrachtung auffällig verschieden gefärbt, indem den Ersteren eine graugrüne, den Letzteren eine sattgrüne Färbung eigenthümlich ist. Schon bei makroskopischer Betrachtung erblickt man auf der helleren Unterseite eine grosse Menge kleiner, dunkelgrün gefärbter Strichelchen, die häufig auf alten Blättern eine hellrothe Färbung annehmen.

Unter dem Mikroskope geben sich diese Strichelchen als Epidermiszellen von sehr wechselnder Gestalt und Grösse zu erkennen, die mit einem stark lichtbrechenden Inhalte von durchaus homogener Beschaffenheit erfüllt sind, der auf älteren Blättern gewöhnlich eine schwach röthliche Färbung annimmt, sonst aber farblos ist.

Die grösseren dieser Zellen geben sich sofort als die von Engler in der Epidermis der Blätter von *Saxifraga Cymbalaria* L. und *Sedum spurium* L. entdeckten und von ihm als Schlauchzellen bezeichneten Gebilde zu erkennen.<sup>1</sup> Die Gestalt dieser in der Epidermis von *Sedum Telephium* vorfindlichen Schlauchzellen ist eine sehr variable.

Kleinere besitzen die isodiametrischen Oberflächen angrenzender Epidermiszellen, während den grösseren, neben der Anisometrie auch die bereits von Engler für die *Saxifraga C.* hervorgehobene, aus dem geschlängelten Verlaufe der Seitenwände, sich ergebende wurmförmige Gestalt eigenthümlich ist. Auffällender Weise ist die Einlagerung der Schlauchzellen in der Epidermis der unteren Blattoberfläche von *Sedum spurium* und *Telephium* eine wesentlich verschiedene.

Bei der ersteren Pflanze verbinden sich die Schlauchzellen zu Längsreihen, die von beiden Seiten von Reihen normaler, mit Spaltöffnungen versehener Epidermiszellen umgeben werden. Durchaus abweichend ist die Vertheilung bei *Sedum Telephium*, indem hier die Schlauchzellen ganz regellos zwischen den

<sup>1</sup> L. c.

gewöhnlichen Epidermiszellen eingelagert erscheinen, wesshalb, wenigstens auf längeren Strecken, hier nie eine Verbindung in Zellenzüge zu Stande kommen kann.

Was die morphologische Orientirung der wurmförmigen, grösseren Schlauchzellen anbelangt, so ist sie stets eine derartige, dass ihre längere Axe parallel mit der Wachsthumsaxe des Blattes verläuft.

Ähnliche Verhältnisse bezüglich der Vertheilung und Gestalt der Schlauchzellen lassen sich auch auf der Oberseite des Blattes erkennen.

Was die Entwicklungsgeschichte dieser Zellen anbelangt, so betrachtet Engler die von ihm bei *Saxifraga C.* beobachteten Gebilde als Producte einer wirklichen Zellfusion, wobei sich dieser Forscher hauptsächlich auf das gelegentliche Vorkommen in Auflösung begriffener zweien Schlauchzellen gemeinsamen Querwände stützt. Ohne die Richtigkeit dieser Anschauung für die von Engler beobachteten Fälle bestreiten zu wollen, bin ich der sicheren Überzeugung, dass Resorbtionsvorgänge an den, innerhalb gewisser Zellgruppen zweien Zellen gemeinsamen Seitenwänden bei der Bildung der erwähnten Zellen in der Epidermis von *Sedum Telephium* sich nicht betheiligen, indem ich im Laufe meiner Untersuchungen innerhalb der Schlauchzellen nie in Resorption begriffene Querwände auffinden konnte, trotzdem, dass ich in dieser Hinsicht in den verschiedensten Entwicklungsstadien befindliche Blätter einer genauen Prüfung unterzog.

Auf Grund dessen bin ich hinsichtlich der Entstehung der Schlauchzellen von *Sedum Telephium* der Ansicht, dass selbst die längsten Formen derselben nur durch ein intensiveres, mit überwiegender Intensität in der Richtung der Wachsthumsaxe des Blattes stattfindendes Flächenwachsthum ihre von den übrigen Epidermiszellen abweichende Gestalt erlangen, ohne dass dabei sich irgend welche Vorgänge betheiligen würden, die uns bestimmen könnten, die in Rede stehenden Gebilde den durch wirkliche Zellfusionen entstehenden Schlauch- und Milchsaftegefässen beizuzählen. Für den einheitlichen morphologischen Charakter sämtlicher Zellen der Epidermis von *Sedum Telephium* spricht noch ferner der nicht minder gewichtige Umstand, dass



selbst die Epidermis vollkommen ausgewachsener Blätter „Schlauchzellen“ von der Grösse gewöhnlicher Epidermiszellen und zugleich alle nur denkbaren Zwischenformen besitzt. Es unterliegt somit keinem Zweifel, dass in dem uns beschäftigenden Falle, die „Schlauchzellen“ nur durch ein excessiveres Flächenwachsthum metamorphosirte Epidermiszellen darstellen, die, wie sogleich gezeigt werden soll, nur zum Aufspeichern eigenthümlicher Stoffe dienen, die dem Inhalte angränzender Zellen total abgehen.

Wenn ich daher im Folgenden die Bezeichnung „Schlauchzellen“, die in zu bestimmter Weise auf eine Verwandtschaft mit thatsächlich aus Zellecomplexen hervorgehende Fusionsgebilde hinweist, beibehalte, so geschieht das nur der Bequemlichkeit halber, um weitläufigere Umschreibungen zu vermeiden.

Auf der Epidermis beider Blattflächen befinden sich die Schlauchzellen im Zustande eines sehr hohen Turgors, der bedingt durch die sehr bedeutende endosmotische Kraft des Inhaltes durch Wasserzufuhr einer enormen Steigerung fähig ist.

Im Zustande der höchsten Turgescenz erscheinen die Ober- und Unterseite der Schlauchzelle, die am abgezogenen Epidermisstreifen nach längeren Verweilen in Wasser die stärkste Dehnung erleiden, über den Contouren der Seitenwände ausgebreitet.

Unter diesen Bedingungen vermag die Elasticität der Zellhaut dem Ausdehnungsstreben des Inhaltes vollkommen das Gleichgewicht zu halten; wenigstens habe ich nie, selbst bei sehr langem Verweilen des Epidermisstreifens im Wasser, ein Bersten der Zellhaut beobachten können, wozu es einer Steigerung des Turgors bedarf, die durch Wasserzufuhr allein nicht erzielt werden kann.

Um das mikrochemische Verhalten des Inhaltes kennen zu lernen, wurden hauptsächlich Oberhautstreifen von der Unterseite des Blattes benützt, und zu diesem Zwecke nur solche ausgesucht, deren „Schlauchzellen“ nach vorläufiger Prüfung mit dem Mikroskope, die nie unterblieb, einen farblosen Inhalt führten.

Jod in weingeistiger Lösung bewirkt keinerlei Veränderung, weder Färbung noch Contraction im Inhalte.

Ein plasmatischer Wandbeleg konnte in den Schlauchzellen, selbst nach Behandlung derselben mit Jodtinctur, nicht nachgewiesen werden.

Plasma und Zellsaft, sind demnach in den Schlauchzellen durch eine homogene, das ganze Lumen der Zelle erfüllende Masse ersetzt, die, wie aus ihrem Verhalten gegen Jod geschlossen werden kann, keinerlei eiweissartige Stoffe enthält.

Eisenchlorid bewirkt sofort nach Zusatz keinerlei Veränderung im Inhalte, bei längerer Einwirkung jedoch eine — namentlich bei Anwendung einer concentrirten Lösung — sehr auffällige Contraction des Inhaltes, die denselben entweder *in toto* erfasst, oder sich auf engumgränzte Stellen desselben beschränkt.

Im ersteren Falle zieht sich der Inhalt von den Wandungen der Zelle vollständig zurück, im anderen Falle gibt sich die Volumverminderung durch Bildung zahlreicher halbkugeliger, mit wässeriger, farbloser Flüssigkeit gefüllter Hohlräume zu erkennen, die auf der Oberfläche des Inhaltes zur Ausbildung gelangen, und von Aussen von der Zellhaut, von Innen von der Inhaltsmasse umgeben werden.

Nach einiger Zeit erscheinen in beiden Fällen im Inneren der contrahirten Inhalte zahlreiche kleine, kugelige, mit wässeriger, farbloser, schwach lichtbrechender Flüssigkeit erfüllte Hohlräume.

Die unter der Einwirkung von Eisenchlorid stattfindende Contraction, beruht selbstverständlich auf exosmotischen Vorgängen, die die Abgabe von Wasser, oder einer wässerigen Lösung an die umgebende Flüssigkeit oder an die angrenzenden Zellen bewirken, und so eine sehr auffällige Contraction des Inhaltes veranlassen.

Die durch die Vacuolen-Bildung schaumig gewordene Inhaltsmasse von der Consistenz einer dichten Gallerte, erhält sich in der Eisenchloridlösung durch längere Zeit farblos, indem erst geraume Zeit nach der Vacuolisirung in derselben einzelne intensiv blau oder violett gefärbte Flecke erscheinen, von welchen aus die Bläuung sich ausserordentlich langsam über die übrigen Theile des Inhaltes verbreitet.

Die Art und Weise, wie die Bläuung des contrahirten Inhaltes um sich greift, gewährt demnach vollständig das Bild, als

würde sich innerhalb der Zelle ein gallertartiger, mit einer in Eisenchlorid sich blaufärbenden, gelösten Verbindung durchtränkter Körper befinden. Die Vertheilung dieser Verbindung in dem contrahirten Inhalte der Schlauchzellen ist in den meisten Fällen eine sehr ungleichmässige, da in dem gebläuten Inhalte sich häufig Stellen vorfinden, die entweder farblos oder hellblau tingirt erscheinen.

Beachtenswerth ist der Umstand, dass sich im Zellsafte der gewöhnlichen Epidermiszellen eine Eisen grün färbende Substanz gelöst vorfindet, die unzweifelhaft als den Gerbsäuren angehörig betrachtet werden kann. Hätten wir nun positive Gewissheit darüber, dass die sich bläuende Verbindung den Gerbstoffen zugezählt werden müsste, so wäre es jedenfalls von Interesse, dass sich zwei verwandte Stoffe in Inhalten vorfinden, deren Beschaffenheit auf eine tief eingreifende chemische Differenzirung hinweist.

Zweifach chromsaures Kali bewirkt in manchen Zellen eine sofortige Bräunung des Inhaltes, die mit einer Ausscheidung dunkler Körnchen verbunden ist, ohne dass sich dabei eine Contraction des Inhaltes bemerklich machen würde.

In anderen Fällen verändert dieses Reagens den Inhalt auf eine mit der Einwirkung des Eisenchlorids analoge Weise, indem dieses zunächst eine Contraction, und Vaeuolisirung der Inhaltsmasse bewirkt, ohne dass dieselbe auch bei länger andauernder Einwirkung ihre homogene Beschaffenheit verlieren würde.

Die contrahirten Gehalte zeigen insoferne ein sehr verschiedenes Verhalten, als einige derselben kurze Zeit nach der Contraction, in ihrer ganzen Masse sofort eine tief braunrothe Färbung annehmen, während andere zunächst einer localen Bräunung unterliegen, die sich allmähig über die ganze Inhaltsmasse verbreitet, wobei häufig eine auf allen Punkten gleichmässige Färbung des Inhaltes nicht erfolgt.

Essigsäures und schwefelsäures Kupferoxyd bewirken in den allermeisten Fällen eine sofortige Braunfärbung des Inhaltes, wobei derselbe eine körnige Beschaffenheit annimmt. In seltenen Fällen unterliegt der Inhalt vor der Verfärbung einer heftigen Contraction oder Vaeuolisirung der inneren

Masse, ohne dass derselbe dadurch seine ursprüngliche homogene Beschaffenheit verlieren würde.

Salpetersäure habe ich in sehr verdünnten und concentrirten Zustände in Anwendung gebracht.

Die verdünnte Säure bewirkt in den allermeisten Fällen sofort nach Zusatz eine Spaltung des Inhaltes in zwei Schichten von differenter Beschaffenheit, und zwar in eine äussere, doppelt contourirte, feste, rothbraungefärbte, und in eine innere, den von der äusseren gebildeten Hohlraum erfüllende Schichte von flüssiger Beschaffenheit.

Die letztere ist wasserhell, und durch kurze Zeit nach Abseheidung der äusseren festen Hülle von homogener Beschaffenheit, die sie jedoch nicht lange beibehält, da bei etwas längerer Einwirkung der Säure, in derselben die Ausscheidung kleiner, hellgelb gefärbter, stark lichtbrechender, in lebhafter Molecularbewegung begriffener Tröpfchen beginnt, die durch ihr Erscheinen die innere Flüssigkeit in eine Emulsion verwandeln.

Die äussere, braune, feste, an den meisten Punkten der Zellhaut angeschmiegte, gegen die innere Flüssigkeit durch einen scharfen Contour abgegränzte Schichte, ist der aus der Einwirkung der Säure auf einen Bestandtheil des Inhaltes resultirende Membran-Niederschlag, der in dem Folgenden der Kürze wegen als Hülle bezeichnet werden soll.

Bei längerer Einwirkung der verdünnten Säure macht sich eine Reihe höchst eigenthümlicher Veränderungen, zunächst in der emulsionsartigen Innenflüssigkeit bemerklich, indem die in dieser enthaltenen Tröpfchen sich allmählig vergrössern, und auch theilweise mit einander verschmelzen.

Die vergrösserten Tropfen, die auch in diesem Zustande aus einer homogenen, gelblichen, stark lichtbrechenden Masse gebildet erscheinen, verlieren allmählig ihre Molecularbewegung und senken sich endlich durch ihre Schwere auf den Boden der Zelle herab, den sie häufig so dicht bedecken, dass die Tropfen sich an den Berührungsflächen abplatteln, und so eine polyedrische Gestalt erlangen.

Die polyedrisch gewordenen Tropfen besitzen ursprünglich sehr deutliche Begrenzungsflächen, die erst nach längerer Ein-

wirkung der Säure undeutlich werden, worauf die Tropfen miteinander zu verschmelzen beginnen.

Aus diesem Verhalten schliesse ich auf eine, wenigstens ursprünglich vorhandene Differenz in der Beschaffenheit ihrer Oberflächen, und ihrer inneren Masse, und zwar auf eine hautartige Beschaffenheit der Ersteren und eine flüssige der Letzteren.

Darin werde ich hauptsächlich durch den Umstand bekräftigt, dass ein schwacher auf das Deckglas ausgeübter Druck vollkommen hinreichend ist, um das Verschmelzen der polyedrischen Gebilde in eine homogene Masse zu bewirken. Ich erkläre mir dies auf diese Weise, dass der Druck ein Zerplatzen der Hülle bewirkt, worauf das Zusammenfliessen erfolgt, was endlich auch geschieht, wenn durch längere Einwirkung der Säure die Hülle gelöst wird, oder was auch möglich ist, durch die endosmotische Spannung der inneren flüssigen Masse der polyedrischen Körper ein Bersten der Hülle erfolgt.

Was den Aggregatzustand der ursprünglich rothbraun, nach längerer Einwirkung der Säure gelb gefärbten Hülle anbelangt, so erlangt dieselbe in jedem Falle kurze Zeit nach ihrem Erscheinen die Beschaffenheit einer sehr spröden Haut, welche selbst durch einen sehr schwachen auf das Deckglas ausgeübten Druck in scharfkantige Stücke zerspringt.

In Wasser ist die Substanz der Hülle durchaus unlöslich, was daraus zu ersehen ist, dass ihre durch Zersprengen erhaltenen Bruchstücke im Wasser auch nach sehr langem Verweilen in demselben ihre scharfkantigen Begrenzungen behalten und sich nur insoferne verändern, als ihre gelbe Farbe braunroth wird.

In concentrirter Salpetersäure ist die Substanz der Haut jedoch vollkommen löslich.

Sehr häufig unterliegt die durch Einwirkung der verdünnten Salpetersäure gebildete Haut eigenthümlichen Faltungen in einer der langen Axe der Zelle parallelen Richtung.

Obwohl diese Faltungen von mir nur an der, bei der Beobachtung oberen Seite der Schlauchzelle beobachtet wurden, so hege ich doch nicht den geringsten Zweifel, dass solche auch auf der jeweiligen Unterseite zur Ausbildung gelangen, wo jedoch



dieselben wahrscheinlich nur wegen der, der Unterseite aufgelagerten stark lichtbrechenden Masse unmöglich zur Ansicht gelangen können.

Die in den Zellraum vorspringenden Falten geben sich sofort bei einiger Aufmerksamkeit als solche zu erkennen, indem einer jeden ein System von vier Contouren entspricht, von denen die zwei inneren den von der Falte gebildeten, in den Innenraum der Zelle vorspringenden Hohlraum einschliessen. Was die Entstehungsweise dieser Falten anbelangt, so ist es *a priori* einleuchtend, dass die Erklärung derselben durch die Annahme eines innerhalb der Faltungszone gesteigerten Flächenwachsthumes auf grosse Schwierigkeiten treffen würde, die wohl kaum mit dem Thatsächlichen, was wir über das Wachsthum der Niederschlags-Membranen wissen, in Einklang zu bringen wären.

Wie bekannt ist, setzt das Wachsthum von Niederschlags-Membranen Bedingungen voraus, die entweder eine totale oder partielle Dehnung der Haut, und demnach auch eine Einlagerung neuer Molecüle in die vergrösserten Interstitien möglich machen.

Wenn daher unter gewissen Bedingungen, unter denen die Membranbildner in Wirksamkeit treten, eine Dehnung der Haut nicht erfolgen kann, wie in dem Falle, wo der Membran-Niederschlag die innere Fläche einer Zellhaut auskleidet, die bei den obwaltenden Spannungsverhältnissen, durch ihre geringe Dehnbarkeit von einem bestimmten Zeitpunkte an der weiteren Verschiebung der Molecüle der Niederschlags-Membrane eine Grenze setzt, so werden nothwendig von diesem Zeitpunkte an alle Vorgänge unterbrochen, durch die unter anderen Verhältnissen ein Wachsthum eingeleitet werden könnte.

Da nun in dem uns beschäftigenden Falle das Wachsthum der Haut durch den Grad der Dehnbarkeit ihrer äusseren Hülle, d. i. der Zellhaut, beeinflusst wird, so ergibt es sich von selbst, dass ein länger andauerndes Flächenwachsthum nur an den Stellen grösserer Dehnbarkeit der Zellhaut erfolgen könnte, an welchen die elastische Rückwirkung der Zellhaut, erst in einem späteren Zeitpunkte unter sonst gleichen Umständen dem Ausdehnungsstreben der Haut, dessen Intensität die endosmotische Kraft der inneren Lösung bestimmt, das Gleichgewicht halten würde. Dann müsste aber der locale Zuwachs der Haut in einer



ganz anderen Gestalt erscheinen, d. i. als eine über dem Niveau der Stellen geringerer Dehnbarkeit erhabene Zone, nicht aber als eine in den Zellraum einspringende Falte.

Die Annahme also, dass der Faltenbildung ein local gesteigertes Flächenwachsthum des Membran-Niederschlages zu Grunde liegen könnte, dürfte daher aus angegebenen Gründen kaum haltbar sein.

Viel leichter liesse sich die Faltenbildung durch die elastische Contraction der Zellhaut erklären, die in Folge einer Verringerung des Turgors in einem Zeitpunkte vor sich geht, in welchem der Membran-Niederschlag seine spröde Beschaffenheit noch nicht erlangte, und als eine der Innenseite der Zellhaut anliegende Hülle von gallertartiger Beschaffenheit, der aus der Verringerung des Turgors resultirenden Volumverminderung keinen Widerstand entgegenzusetzen vermag.

Das Erscheinen der Falten müsste demgemäss unterbleiben, wenn der Membran-Niederschlag schon vor dem Zeitpunkte, in welchem die die Volumverminderung bewirkenden Ursachen in Action treten, eine feste Beschaffenheit, und demgemäss eine grössere Widerstandsfestigkeit erlangt, durch die er eine Volumverminderung der Zelle unmöglich machen würde.

Thatsächlich findet man selbst an einem und demselben Oberhautstreifen, den man mit verdünnter Salpetersäure behandelt hat, Schlauchzellen mit gefalteten und glatten Membran-Niederschlägen, deren Bildung unter sonst gleichen Verhältnissen eine Verschiedenheit der chemischen Beschaffenheit des Inhaltes zu Grunde liegen könnte, durch welche der Übergang der ursprünglichen gallertartigen Hülle in den festen Zustand bald beschleunigt, bald verzögert wird.

Obwohl die Faltenbildung unabweislich auf eine unter Umständen eintretende Volumverringerng der Zellhaut hinweist, für die, die Annahme einer exosmotischen Strömung am wahrscheinlichsten ist, konnte ich mir über die dieselben veranlassenden Ursachen kein sicheres Urtheil bilden, da die Schlauchzelle nach Bildung des Membran-Niederschlages nicht nur mit der Zusatzflüssigkeit, sondern auch mit dem chemisch veränderten Inhalte der umliegenden Zellen in verwickelten Beziehungen sich befindet, die gehörig abzuschätzen total unmöglich ist. Nur

so viel liesse sich angeben, dass die Bildung einer Niederschlags-Membran höchst wahrscheinlich mit einem Verluste endosmotisch wirksamer Bestandtheile für die Schlauchzelle verbunden ist, der gewiss für das Zustandekommen einer exosmotischen Strömung nicht ohne Belang wäre.

Es wäre ja möglich, dass eben die membranbildende, ursprünglich gelöste Substanz, die unter dem Einflusse der Säure als Baumaterial der Hülle Verwendung findet, im unveränderten Inhalte als der endosmotisch wirksame Bestandtheil auftrete. Gelangt nun diese Substanz in Form eines festen, in den umgebenden Flüssigkeiten unlöslichen, den Membran-Niederschlag constituirenden Körpers zur Ausscheidung, so könnte unter der hypothetischen Voraussetzung, dass der Inhalt sonst keine andere Veränderung erleide, eine Steigerung der endosmotischen Kraft der Inhaltsstoffe umliegender gewöhnlicher Epidermiszellen, durch Spaltung in endosmotisch wirksamere Verbindungen, eine Verringerung des Turgors in der Schlauchzelle herbeiführen, die die Faltung des ursprünglich gallertartigen Membran-Niederschlags zur Folge haben müsste. Für eine Abschwächung der endosmotischen Kraft des Inhaltes spricht noch der Umstand, dass die verdünnte Säure neben Bildung einer Niederschlags-Membran noch die Ausscheidung einer zähen, in der von der Hülle umschlossenen Flüssigkeit unlöslichen Substanz veranlasst, so dass schliesslich eine Lösung, nach ihrem Brechungsvermögen zu urtheilen von sehr geringer Dichte, zurückbleibt, die nothwendig einen geringeren Gehalt an festen Stoffen besitzen muss, als der ursprüngliche Inhalt.

Ich habe im Vorhergehenden auf eine mögliche Verschiedenheit der Zusammensetzung des Inhaltes, als auf ein Moment hingewiesen, welches unter sonst gleichen Verhältnissen die Entstehung glatter und gefalteter Häute bedingen würde. Weit entfernt, für diese Annahme eine allgemeine Bedeutung zu beanspruchen, bin ich der Überzeugung, dass für die in Rede stehenden Vorgänge noch viele andere Umstände massgebend sein könnten.

Es ist ja, um nur eine der vielen Möglichkeiten hervorzuheben, denkbar, dass auch bei gleichzeitiger Erhärtung des Membran-Niederschlags in zwei Schlauchzellen, bei einer die

Faltung ganz unterbleiben könnte, wenn gewisse Differenzen in der quantitativen Mischung und qualitativen Beschaffenheit der Inhaltsstoffe, sowohl der Schlauchzellen als der umliegenden Epidermiszellen, das Zustandekommen einer intensiven exosmotischen Strömung nicht gestatten. Würde nun unter solchen Verhältnissen, unter denen also der Turgor der Schlauchzelle ungeändert bliebe, die Hülle zur Ausbildung gelangen, so stünde ihr bis zum Zeitpunkte ihres Erhärtens ein Volum zur Verfügung, welches vielleicht in einem späteren Zeitpunkte einer bedeutenderen Verringerung unterliegen würde, wenn nicht die unterdessen vollzogene Änderung des Agregatzustandes der Hülle eine solche unmöglich machen würde.

Damit sind jedoch noch keineswegs alle Umstände in Rechnung gebracht, die auf die Intensität der exosmotischen Strömung influiren könnten, da auch der Grad der durch die Einwirkung der verdünnten Salpetersäure bewirkten Quellung der Zellhaut, und die in diesem Zustande erlangte Permeabilität derselben, ebenfalls zu berücksichtigen wären.

Alle diese Umstände gegen einander abzuwägen und der Erklärung eines concreten Falles zu Grunde legen, ist ein Problem, zu dessen Lösung noch alle positiven Anhaltspunkte fehlen; so viel dürfte sich wenigstens aus dem Angeführten ergeben, dass eine, wahrscheinlich durch exosmotische Strömungen, veranlasste elastische Contraction der Membran der Schlauchzelle sich durch eine Faltung der Hülle zu erkennen gibt.

Die Beobachtung vieler in langen Schlauchzellen entstandener gefalteter Membran-Niederschläge ergab, dass die Falten in der Regel, in der Längsrichtung der Zellen, in der Nähe der geschlängelten Seitenwände, mehr oder weniger parallel mit denselben verlaufen, wesshalb die Falten auf der, der Beobachtung zugänglichen Oberseite der Schlauchzelle, das Bild der geschlängelten Contouren, während ihres kürzeren oder längeren Verlaufes reproduciren.

Für die isolirt gedachte Zelle wäre die Faltungsrichtung einzig und allein durch die elastische Contraction der Membran der Schlauchzelle bestimmt. Würde in diesem idealen Falle, die Richtung der auf der Ober- und Unterseite erscheinenden Falten parallel den Seitenwänden verlaufen und die Bildung der Falten

auf den Seitenwänden des Membran-Niederschlags unterbleiben, so wäre der Schluss gestattet, dass die Membran der Schlauchzelle vor Verringerung des Turgors eine durch Elasticitäts-Differenzen bedingte, local verschiedene Spannung erleide und dass, die in einer zur Längsaxe der Schlauchzelle senkrechten Richtung erfolgende Contraction auf der Ober- und Unterseite der Zelle mit grösserer Intensität in Action trete als an den Seitenwänden.

Abweichend gestalten sich jedoch diese Verhältnisse an der im Verbande mit zahlreichen turgescirenden, gewöhnlichen Epidermiszellen sich contrahirenden Schlauchzelle. In diesem der Wirklichkeit entsprechendem Falle, könnte ja eben der Turgor der den Seitenwandungen der Schlauchzelle anliegenden Epidermiszellen, eine Contraction dieser Seiten unmöglich machen, weshalb sich diese nothwendig, wenn auch keine Elasticitäts-Differenzen obwalten würden, auf die freien Seiten beschränken müsste, weshalb es nicht möglich ist, aus der Faltungsrichtung auf etwaige locale Elasticitäts-Differenzen zu folgern.

Ein durchweg verschiedenes Verhalten zeigt der Inhalt unter der Einwirkung concentrirter Salpetersäure.

Die sofort nach dem Zusatze der concentrirten Säure sich bemerkbar machende Veränderung ist das Erscheinen einer grossen Menge rothbrauner, kugeligter Tropfen im farblosen Inhalte, die jedoch schnell einem von Aussen nach Innen fortschreitenden Farbenwechsel unterliegen und schliesslich hellgelb werden. Die gelb gewordenen Tropfen gehen allmählig in Lösung über, worauf die Schlauchzelle mit einem homogenen, gelben, flüssigen Inhalte erfüllt erscheint, dem eine für die Einwirkung der verdünnten Säure charakteristische Niederschlags-Membran total abgeht.

Salzsäure bewirkt sowohl im verdünnten als auch concentrirten Zustande die Abscheidung einer der Membran der Schlauchzelle dicht anliegenden festen Hülle von sehr spröder Beschaffenheit und hellgelber Färbung. Der von der Hülle gebildete Hohlraum ist mit einer sehr schwach lichtbrechenden Flüssigkeit erfüllt, in der zahlreiche, dunkelbraun gefärbte Körnchen suspendirt erscheinen.

Schwefelsäure, die selbstverständlich nur im Zustande einer sehr mässigen Concentration in Anwendung gebracht wurde, bewirkt eine heftige Contraction des Inhaltes, der nach Ablösung von den Wänden der Schlauchzelle eine hellgelbe Färbung erlangt und in seiner inneren Masse die Ausscheidung dunkler Körnchen. Der contrahirte, körnig gewordene Inhalt hat die Consistenz einer dichten Gallert, an deren Oberfläche eine Hülle nie zur Ausscheidung gelangt.

Chromsäure, die ebenfalls im verdünnten Zustande angewendet wurde, bewirkt in allen beobachteten Fällen zunächst die sofortige Ausscheidung eines braungefärbten, der Zellhaut dicht anliegenden Membran-Niederschlages, dessen innerer Contour deutlich gegen die anfänglich homogene wasserhelle, innere Flüssigkeit abgegrenzt erscheint. Kurze Zeit nach Abscheidung der Haut erscheinen in der inneren Flüssigkeit zahlreiche kugelige, tropfenartige Gebilde von brauner Färbung, die allmählig in der sich ebenfalls braun färbenden Innenflüssigkeit verschwinden.

In dem Masse, als diese Veränderungen vor sich gehen, verliert der innere Contour der Hülle allmählig an Deutlichkeit, was dadurch zu Stande kommt, dass die Hülle sich mit der zu einer festen Masse erstarrenden Innenflüssigkeit zu einem homogenen Ganzen vereinigt. Nach etwas längerer Einwirkung der Chromsäure erscheint somit in der Schlauchzelle an der Stelle des ursprünglichen flüssigen Inhaltes ein solider fester Körper von brauner Färbung.

Die Einwirkung der Kalilauge wurde im verdünnten und concentrirten Zustande geprüft.

Verdünnte Kalilauge färbt den Inhalt sofort hellgelb, wobei sich gleichzeitig eine auffällige Steigerung des Turgors bemerklich macht, der schnell einen so hohen Grad erreicht, dass sich der Inhalt durch die geborstene Ober- oder Unterseite der Schlauchzelle in die Zusatzflüssigkeit ergiesst. Die herausquellende Inhaltsmasse erscheint im Augenblicke des Ergusses als eine stark lichtbrechende, gegen die Zusatzflüssigkeit durch einen scharfen Contour abgegränzte, sphaeroidale Masse von durchaus homogener Beschaffenheit und hellgelber Färbung, auf deren Oberfläche kurze Zeit nach dem



Ergüsse eine doppeltecontourirte Niederschlags-Membran von hellgelber Färbung zur Ausbildung gelangt, mit deren Erscheinen die Volumvermehrung des Inhaltes sistirt wird. Mit dem Erscheinen der Haut ändert sich auch die Beschaffenheit der inneren Masse des herausgequollenen Inhaltes, die im Augenblicke, wo die Hülle sichtbar wird, die Beschaffenheit einer wässerigen Flüssigkeit von sehr geringer Dichte annimmt. Möglicherweise beginnt die Bildung der Niederschlags-Membran um den Inhalt schon vor dem Ergüsse desselben aus der Zelle und ist das Herausquellen des Inhaltes von einem entsprechenden Flächenwachsthum der Niederschlags-Membran begleitet.

Es wäre ja eben möglich, dass die im Augenblicke des Ergusses gebildete und durch den Druck der Innenlösung in Spannung versetzte und rapid in die Fläche wachsende Niederschlags-Membran, anfänglich durch ihre Dünne sich der directen Beobachtung entziehe, und sich so lange mit Deutlichkeit gegen die innere Lösung nicht abzuheben vermag, als die innere Lösung die Beschaffenheit einer stark lichtbrechenden Masse und noch dazu vielleicht dieselbe Färbung besitzt, wie die auf ihrer Oberfläche gebildete Hülle.

Die Thatsache, dass im Augenblicke, in welchem die Innenlösung die Beschaffenheit einer wässerigen Flüssigkeit von geringem Brechungsvermögen annimmt und zugleich die Hülle als solche sichtbar wird, das Flächenwachsthum des Membran-Niederschlags eine Unterbrechung erfährt, scheint darauf hinzuweisen, dass die Innenlösung mit der Änderung ihrer Dichte einen erheblichen Verlust an endosmotisch wirksamen Substanzen erleide, wodurch einerseits der Innenlösung die Fähigkeit, die zur Dehnung der Haut nothwendige endosmotische Kraft zu entwickeln, benommen wird, andererseits eine der unsächlichen Bedingungen erfüllt wird, durch welche nach Sistirung des Flächenwachsthums ein intensiveres Dickenwachsthum eingeleitet werden könnte. Es sei in dieser Hinsicht auf die aus schwefelsaurem Kupferoxyd in Wasserglaslösung sich entwickelnden Zellen hingewiesen, bei denen das Flächenwachsthum nach Reinke<sup>1</sup> „nur bei einem nicht genauer definirbaren

<sup>1</sup> Bot. Zeit. 1875. S. 432.



Minimum der Verdickung“ bestehen kann und nach Sistirung desselben ausschliessliches Dickenwachsthum erfolgt.

Die um den nach Aussen ergossenen Inhalt gebildete Niederschlags-Membran von sehr spröder Beschaffenheit besitzt die Gestalt eines über der Schlauchzelle, die einer sehr auffälligen Contraction unterliegt, und dem angrenzenden Zellareale ausgebreiteten flachen Schlauches von kreisförmigen Umrisse, der sich direct in die Hülle fortsetzt, die auf der Oberfläche der in der Schlauchzelle zurückgebliebenen Inhaltsportion zur Ausbildung gelangt.

So viel ich aus einem gleich zu erwähnenden Umstande folgern kann, finden unter der Einwirkung der Kalilauge nicht alle endosmotisch wirksamen Bestandtheile des herausquellenden Inhaltes Verwendung zur Bildung der Niederschlags-Membran.

Ich machte nämlich sehr häufig die Beobachtung, dass manche Schläuche kurze Zeit nach erfolgtem Ergüsse des Inhaltes zerplatzten und sofort in scharfkantige Stücke zerfielen, ohne dass an der Oberfläche der Innenlösung die Bildung einer neuen Haut oder ein Verheilen der entstandenen Risse erfolgen würde.

Dies ist nur dadurch erklärlich, dass nach der Bildung der Niederschlags-Membran in der inneren Lösung noch Stoffe übrig bleiben, die unter den vorhandenen Bedingungen eine endosmotische Strömung veranlassen können, durch die der Turgor eine solche Höhe erreicht, dass schliesslich die nach Erschöpfen des Inhaltes an membranbildenden Stoffen nicht weiter wachsende Haut gröblich zerreisst. Nach erfolgtem Zerplatzen vermischt sich die innere Flüssigkeit, ohne irgend welche wahrnehmbare Veränderung zu erleiden, mit der Zusatzflüssigkeit.

In Betreff des Zeitpunktes, in welchem das Zerplatzen erfolgt, kann ich mit Sicherheit angeben, dass dasselbe in einem Zeitpunkte, in welchem die Innenlösung die wässrige Beschaffenheit noch nicht angenommen hat, also bei maximalem Gehalte derselben an gelösten Stoffen, vor sich geht.

Auch in diesem Falle konnte ich die Haut als solche an dem aus der Zelle herausquellenden Inhalte nicht wahrnehmen, obgleich ihre Anwesenheit auf der Oberfläche des herausquellenden

Inhaltes sich aus den im Gesichtsfelde des Mikroskopes herumliegenden Trümmern mit absoluter Gewissheit ergibt.

Diese Thatsache, die einerseits den triftigsten Beweisgrund für die Ansicht abgibt, dass der Erguss des Inhaltes und die Bildung der Hülle um denselben gleichzeitig erfolgen, ist andererseits auch geeignet, zur Schlussfolgerung zu führen, dass der durch verdünnte Kalilauge chemisch veränderte Inhalt zum wenigsten zweierlei differente Stoffe enthalte, von denen der eine als Membranbildner, der andere beim Wachsthum der Haut als endosmotisch wirksamer Bestandtheil der inneren Lösung in Action tritt.

Das relative quantitative Mischungsverhältniss beider Stoffe scheint jedoch ein verschiedenes zu sein, da in den Fällen, in denen ein Zerplatzen der Hülle erfolgt, eine Erschöpfung an membranbildenden Stoffen schon in einem Zeitpunkte erfolgt, in welchem die Innenlösung noch eine grosse endosmotische Kraft zu entwickeln vermag, die beim Vorhandensein einer grösseren Menge des membranbildenden Stoffes zum weiteren Flächenwachsthum der Hülle, aber nicht zu ihrem gröblichen Zerreißen führen müsste. Für eine thatsächlich dem Zerplatzen der Hülle unmittelbar vorhergehende Erschöpfung des membranbildenden Stoffes ist hauptsächlich der Umstand beweisend, dass auf der Oberfläche der inneren Lösung nach Sprengung der Hülle keine wiederholte Hautbildung, noch ein Verheilen der Risse stattfindet und überhaupt alle Erscheinungen ausbleiben, die als Eruptions-Wachsthum, in dem von Sachs gebrauchten Sinne, gedeutet werden könnten.

Berücksichtigt man ferner den Umstand, dass kurze Zeit nach dem Erscheinen der Hülle eine sehr auffällige Veränderung der Dichte der Innenlösung erfolgt, die vielleicht auf Rechnung einer exosmotischen Strömung zu setzen wäre, so dürfte sich daraus für die Fälle, in denen ein Zerplatzen der Haut nicht erfolgt, die Schlussfolgerung ergeben, dass eine intensivere exosmotische Strömung oder überhaupt Veränderungen, die die endosmotische Kraft des Inhaltes verringern, im Augenblicke der Erschöpfung an membranbildenden Stoffen einer Steigerung des Turgors entgegentreten und denselben zu einem Grade erniedrigen vermögen, dem die Hülle, nach Sistirung des Wachs-

thums in die Fläche, durch ihre Elasticität das Gleichgewicht zu halten vermag.

Ein durchaus verschiedenes Verhalten zeigt der Inhalt der Schlauchzellen unter der Einwirkung einer concentrirten Kalilösung. In dieser unterbleibt die Quellung des Inhaltes vollständig und die Bildung der Hülle erfolgt innerhalb der Membran der Schlauchzelle. Die sofort nach dem Zusatze der concentrirten Kalilauge zum Vorschein kommende, der Zellhaut dicht anliegende, spröde, glatte Hülle besitzt eine violette Färbung und erscheint mit einer prächtig himmelblau gefärbten Lösung erfüllt, die ihre Färbung durch lange Zeit unverändert erhält.

Aus dem Angeführten dürfte es sich somit ohne Weiteres ergeben, dass im Verhalten des Inhaltes gegen eine verdünnte und concentrirte Kalilösung eine durchgreifende Differenz, namentlich in Hinsicht des Flächenwachsthums der zur Ausbildung gelangten Hülle besteht, die wahrscheinlich darauf beruht, dass die concentrirte Kalilauge eine tief eingreifende Veränderung der endosmotisch wirksamen Bestandtheile und vielleicht den sofortigen Zerfall derselben in Spaltungsproducte bewirkt, denen die zur Dehnung der von Membran-Niedererschläge gebildeten Haut nöthige endosmotische Kraft abgeht.<sup>1</sup>

Ammoniak, welches in concentrirtem Zustande in Anwendung gebracht wurde, bewirkt eine Reihe von Veränderungen, welche in hohem Grade an die Einwirkung der verdünnten Kalilauge erinnern.

---

<sup>1</sup> Die unter der Einwirkung der concentrirten Kalilauge innerhalb der Membran der Schlauchzelle sich bildende Hülle, erinnert an das von Hanstein beobachtete Verhalten des Inhaltes der Milchsaftegefäße von *Sambucus Ebulus* und *nigra* gegen dasselbe Reagens. Hanstein gibt in seinem Werke „Die Milchsaftegefäße etc.“, S. 21, an, dass der Milchsafte von *Sambucus Ebulus* bei Behandlung mit Ätzkali sich dunkel braunroth färbt, gerinnt, sich zusammenzieht und dabei in lauter kurze, walzenförmige, fast scharfkantige Stücke zerspringt, welches Verhalten in geringerem Masse auch dem Milchsafte von *Sambucus nigra* eigenthümlich sei. Ich wage nicht die Entscheidung zu fällen, ob dieses Verhalten auf Rechnung eines mit dem in den Schlauchzellen identischen Membranogens zu setzen sei, da die braunrothe Färbung des erstarrten Inhaltes der Milchsaftegefäße beider Arten, eher eine differente Zusammensetzung wahrscheinlich machen würde.

Bei Behandlung mit Ammoniak erlangen die Inhalte der Schlauchzellen sofort eine hellgelbe Färbung, worauf nach sehr auffälliger Steigerung des Turgors der Zellhaut ein rapider Erguss eines Theiles des Inhaltes aus der sich contrahirenden geborstenen Schlauchzelle in die Zusatzflüssigkeit erfolgt.

Die im Augenblicke des Ergusses durchaus homogen erscheinende gelbe Inhaltsmasse erlangt in dem Momente, in dem die Quellung innehält, eine gelbbraune Färbung, worauf fast gleichzeitig auf der scharfcontourirten Oberfläche des ergossenen Inhaltes eine körnige Schichte von ebenfalls gelbbrauner Färbung erscheint, die sich gegen die Zusatzflüssigkeit und die innere Masse des Inhaltes durch scharfe Contouren abgrenzt. Nach Bildung dieser äusseren Körnerschichte erfolgt sofort eine weitere Differenzirung der inneren, bisher homogen erscheinenden Masse des herausgequollenen Inhaltes in eine feste, spröde, hellgelb gefärbte, stark lichtbrechende Hülle und eine wässerige, farblose, innere Lösung von sehr geringen Brechungsvermögen, in welchem Zustande der Inhalt keiner weiteren sichtbaren Veränderung unterliegt.

Die äussere braune Körnerschichte, die der inneren gelben Haut aufgelagert erscheint und um die Letztere einen continuirlichen Überzug bildet, ist, wie das ihr Verhalten gegen Druck zur Genüge erweist, durch ihre gallertartige Beschaffenheit und viel geringeres Brechungsvermögen von der inneren Schichte verschieden. An Dicke übertrifft dieselbe jedoch die Letztere an allen Punkten um ein Vielfaches.

Die Gestalt des von der zweischichtigen Niederschlags-Membran gebildeten Schlauches ist eine sehr verschiedene. Häufig genug erscheinen auf den Oberhautstreifen flach aufliegende Schläuche von kreisförmigem Umriss, die dort, wo der Raum zwischen Deckglas und Präparat oder dem letzteren und dem Objectträger eine unbehinderte Ausdehnung ermöglicht, in die Keulenform übergehen. Im letzteren Falle befindet sich das schmälere Ende an der Austrittsstelle des Inhaltes.

Die Oberfläche der breitgedrückten und keulenförmigen Schläuche erscheint bald glatt, bald auf Strecken grösserer oder geringerer Länge über das Niveau tieferer Stellen erhoben, in

welchem Falle die Contouren des optischen Querschnittes einen wellenförmigen Verlauf zeigen.

Mitunter gelangen auch sehr dünne, fadenförmige, in die Länge gestreckte gerade oder bogenförmig gekrümmte, gegen die abgerundete Spitze sich allmählig verjüngende Schläuche zur Ausbildung, die nicht selten an 2—3 Punkten kurze seitliche Auszweigungen entwickeln. Der Bildungsmodus der durch Einwirkung des Ammoniaks hervorgerufenen zweischichtigen Membran-Niederschläge erscheint insofern modificirt, als wir hier auf der Aussenseite des festen Membran-Niederschlags eine weiche körnige Schichte von differenter Beschaffenheit zur Ausbildung gelangen sehen, die wahrscheinlich durch Quellung der äusseren Schichten der festen Haut in einem Zeitpunkte entsteht, in welchem aus bereits früher angegebenen Gründen die auf der Oberfläche der noch stark lichtbrechenden inneren Masse gebildete feste Schichte unmittelbar zur Anschauung nicht gelangen kann.

Die in der Zelle zurückgebliebene Inhaltsportion umgiebt sich mit einer der Zellhaut dicht anliegenden festen Hülle, die sich in die innere Schichte des ausserhalb der Zelle befindlichen Schlauches direct fortsetzt. Eine körnige Schichte konnte ich auf der Oberfläche des in der Zelle eingekapselten Theiles der Hülle nicht wahrnehmen, obwohl ich nicht zweifle, dass dieselbe auch hier zur Ausbildung gelange und nur durch ihre Dünne der Beobachtung sich entziehe.

---

Nachdem das Verhalten des Inhaltes gegen die angeführten Reagentien sichergestellt war, unterwarf ich die Epidermisstreifen, die sich mit Leichtigkeit in grosser Ausdehnung von der Blattunterseite abziehen liessen, einer vorläufigen Behandlung mit concentrirtem Alkohol, die bei öfterer Erneuerung desselben durch vier Wochen fortgesetzt wurde, worauf die extrahirten Schlauchzellen einer vergleichenden Prüfung mit ebendenselben Reagentien unterzogen wurden, deren Einwirkung im Vorhergehenden geschildet wurde.

Der mit Alkohol extrahirte Inhalt der Schlauchzellen liess bei Beobachtung unter Alkohol keine irgendwie erhebliche Contraction erkennen. Im Wasser betrachtet, erschien derselbe



homogen, farblos oder gelblich gefärbt, und als ein Körper von viel schwächerem Brechungsvermögen als der ursprüngliche, was unmittelbar auf einen durch die Extraction bewirkten Substanzverlust hinweist, der, wie sogleich gezeigt werden soll, hauptsächlich die bei Wasserzufuhr, Behandlung mit Ammoniak oder verdünnter Kalilauge endosmotisch wirksamen Substanzen anbetrifft. Aus diesem Grunde ist der Turgor der extrahirten in Wasser befindlichen Zelle ein viel geringerer als der mit dem unveränderten Inhalte erfüllten unter denselben Bedingungen.

Eisenchlorid bewirkt in dem extrahirten Inhalte sofort nach Zusatz eine gleichzeitig auf allen Punkten erfolgende Bläunung von gleicher Intensität, durch welches Verhalten der extrahirte Inhalt sehr auffällig von dem ursprünglichen sich unterscheidet, in welcher Hinsicht auf das Frühere hingewiesen sei. Eine Contraction und Vacuolisirung des extrahirten Inhaltes unter Einwirkung des Eisenchlorids habe ich nie wahrnehmen können.

Zweifach chromsaures Kali färbt den Inhalt sofort nach Zusatz in seiner ganzen Masse braun, worauf derselbe eine körnige Beschaffenheit annimmt, ohne dass dabei eine Contraction oder Vacuolisirung stattfinden würden.

Durch Chromsäure erhärtet der Inhalt sofort zu einer braungelben, die Zellhaut *in toto* erfüllenden Masse von fester Beschaffenheit.

Salpetersäure, Salzsäure und Schwefelsäure färben den Inhalt der extrahirten Schlauchzellen rosenroth, ohne dass dabei die für die Einwirkung der Salpeter- und Salzsäure auf den unveränderten Inhalt so charakteristische Bildung einer Niederschlags-Membran erfolgen würde.

Ammoniak und verdünnte Kalilauge färben den extrahirten Inhalt braungelb, worauf sich derselbe schnell in eine der Zellhaut anliegende feste Hülle von gelber Färbung und in eine braungelbe, körnige innere Flüssigkeit differenzirt.

Das Eigenthümliche der Einwirkung des Ammoniaks und der verdünnten Kalilauge auf den extrahirten Inhalt beruht demnach darauf, dass die Bildung der Hülle innerhalb der Zellhaut erfolgt, während bei der ursprünglichen Zusammensetzung desselben die Bildung der Hülle von einem Ergüsse des Inhaltes aus



der Schlauchzelle und einem ausserhalb desselben stattfindenden Wachstum begleitet ist.

Concentrirte Kalilauge bewirkt das sofortige Erscheinen einer in der Schlauchzelle eingekapselten festen Hülle von braungelber Färbung, die eine körnige Innenlösung von ursprünglich gelber Färbung enthält, die sich jedoch schnell hellgrün, blaugrün und schliesslich blau färbt.

---

Nachdem ich im Vorhergehenden das Wichtigste zur Mittheilung brachte, was sich mir bei der Beobachtung des Verhaltens des Inhaltes der Schlauchzelle, sowohl im unveränderten als extrahirten Zustande gegen die angeführten Reagentien ergab, will ich zum Schlusse dieser Notiz meine Ansicht über die wahrscheinliche Constitution des Inhaltes hier kurz andeuten.

Zunächst ergibt es sich mit voller Gewissheit, dass der Inhalt der Schlauchzellen von einer Mischung heterogener Stoffe gebildet wird, worauf ich schon bei der Besprechung des Verhaltens des Inhaltes gegen verdünnte Kalilauge hinzuweisen Gelegenheit hatte; die beweiskräftigste Stütze findet jedoch diese Ansicht in dem Verhalten der extrahirten Inhalte gegen verdünnte Kalilauge und Ammoniak.

Wir sehen nämlich, dass die Inhalte der Schlauchzellen bei dem durch Alkohol eingeleiteten dialytischen Prozesse bloss einen nachweisbaren Verlust an Substanzen erleiden, die unter gewissen Bedingungen bei der ursprünglichen Zusammensetzung des Inhaltes eine mit der Sprengung der Zellhaut verbundene Volumvermehrung des sich mit einer Niederschlags-Membran bekleidenden Inhaltes veranlassen können, während die unter der Einwirkung des Ammoniaks und der verdünnten Kalilauge membranbildenden Stoffe, die in alkoholischer Lösung die Zellhaut nicht zu durchdringen vermögen, als solche im extrahirten Inhalte zurückbleiben.

Mit Rücksicht darauf wäre zunächst die Annahme wenigstens zweier, durch differentes Verhalten gegen Ammoniak, verdünnte Kalilauge und Alkohol ausgezeichneten Verbindungen gerechtfertigt. Unter dieser Annahme würde also die eine in Alkohol unlösliche beim Zusammentreten mit Ammoniak oder verdünnter Kalilauge Verwendung beim Aufbaue der Hülle finden,

während die zweite, in Alkohol lösliche, unter denselben Bedingungen als die bei dem Wachsthum der Hülle endosmotisch wirksame Verbindung in Action tritt, und deren Mangel im extrahirten Inhalte die Einkapselung der durch die erwähnten Reagentien entstehenden Hülle ursächlich bedingt.

Aus dem Verhalten der mit Alkohol extrahirten Inhalte ergibt sich ferner, dass derselbe die zur Bildung einer Niederschlags-Membran unter der Einwirkung von verdünnter Salpetersäure und Salzsäure nothwendige Zusammensetzung nicht besitzt, und dass die Schlauchzelle neben dem Alkalimembranogen noch ein in Alkohol lösliches Säuremembranogen enthalte, dessen Identität mit dem unter der Einwirkung von Alkalien endosmotisch wirksamen Stoffe für jetzt dahingestellt werden muss.

Nach Extraction des Inhaltes mit Alkohol verändert sich das Verhalten desselben gegen Eisenchlorid und zweifach chromsaures Kali nur insoferne, als es im extrahirten Zustande einer auffällig rapiden Verfärbung unter der Einwirkung dieser beiden Reagentien unterliegt.

Aus diesem Verhalten ist somit der Schluss zu ziehen, dass der mit Alkohol erschöpfte Inhalt einen Stoff enthalte, der in alkoholischer Lösung die Zellhaut nicht zu durchdringen vermag und der seinem mikrochemischen Verhalten nach zu urtheilen, den Gerbstoffen angehören dürfte.

Die Fragen über seine Beziehung zu den im extrahirten Inhalte vorfindlichen Alkalimembranogen, sowie zu den Stoffen, die durch concentrirte Kalilauge eine blaue Färbung erlangen und das Erstarren des Inhaltes durch Chromsäure veranlassen, muss ich für jetzt ebenfalls dahingestellt lassen, da der im Winter eingetretene totale Mangel entsprechenden Untersuchungsmaterials mir nicht gestattet, die Untersuchungen weiter zu führen, die mit Rücksicht auf die erste der hier berührten Fragen vielleicht zu einigen Anschlüssen über die Permeabilität der durch Alkalien entstehenden Hüllen hätten führen können, und ich übrigens nur beabsichtigte, mit diesen Andeutungen über die Zusammensetzung des Inhaltes die oben ausgesprochene Vermuthung über das Vorkommen heterogener Stoffe in demselben zu rechtfertigen.

---